



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PAULA RODRIGUES LOPES

**PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS - A IDADE E O EXERCÍCIO PODEM
PROMOVER MODIFICAÇÕES MORFOMÉTRICAS E ESTRUTURAIS NOS TENDÕES
FLEXORES DIGITAIS SUPERFICIAL E PROFUNDO DE EQUINOS DA RAÇA
QUARTO DE MILHA?**

Monografia apresentada para a conclusão do Curso
de Medicina Veterinária da Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade
de Brasília

Brasília DF

2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PAULA RODRIGUES LOPES

**PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS - A IDADE E O EXERCÍCIO PODEM
PROMOVER MODIFICAÇÕES MORFOMÉTRICAS E ESTRUTURAIS NOS TENDÕES
FLEXORES DIGITAIS SUPERFICIAL E PROFUNDO DE EQUINOS DA RAÇA
QUARTO DE MILHA?**

Monografia apresentada para a conclusão do Curso
de Medicina Veterinária da Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade
de Brasília

Orientador
Eduardo Maurício Mendes de Lima

Brasília DF
Julho, 2013

Lopes, Paula Rodrigues

Parâmetros ultrassonográficos – a idade e o exercício podem promover modificações morfológicas e estruturais nos tendões flexores digitais superficial e profundo de equinos da raça Quarto de Milha? / Paula Rodrigues Lopes; orientação de Eduardo Maurício Mendes de Lima. – Brasília, 2013.

20 p. : il.

Monografia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

1. Tendões flexores. 2. Ultrassom. 3. Exercício. 4. Potros e atletas.

Cessão de Direitos

Nome do Autor: Paula Rodrigues Lopes

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Parâmetros ultrassonográficos – a idade e o exercício podem promover modificações morfológicas e estruturais nos tendões flexores digitais superficial e profundo de equinos da raça Quarto de Milha?

Ano: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Paula Rodrigues Lopes

002.794.561-82

SHIN QI 09 conj. 02 casa 21. Lago Norte

71515-220. Brasília-DF

(061)9338-9075; paularopes@gmail.com

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do autor: Lopes, Paula Rodrigues.

Título: Parâmetros ultrassonográficos – a idade e o exercício podem promover modificações morfológicas e estruturais nos tendões flexores digitais superficial e profundo de equinos da raça Quarto de Milha?

Monografia de conclusão do Curso de Medicina
Veterinária apresentada à Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Professor Doutor Eduardo Maurício Mendes de Lima

Professor Doutor José Renato Junqueira Borges

Mv. Ms. Cinthia Beatriz da Silva Dumond

AGRADECIMENTOS

Agradeço aqueles que sempre confiaram e valorizaram a minha profissão.

Mãe, pai, irmão, Matheus e amigos foram fundamentais para que cada grande desafio se tornasse mais ameno e possível. Agradeço a Deus pelas oportunidades de tornar essa jornada ainda mais enriquecedora. À minha avó Dalva e primo Pedro pela força e confiança no início do curso.

Obrigada ao professor Eduardo sempre paciente, presente e disposto a tornar esse momento mais leve. Obrigada a Dra. Cynthia pela ajuda e por todos os aprendizados. Por fim, agradeço aos haras que abriram suas portas para a realização do experimento.

DEDICATÓRIA

Dedico o meu trabalho e momento à minha família, peças fundamentais na minha vida. Dedico aos meus cachorros Zulu, Zara e Céu pela motivação diária de me tornar profissional nos cuidados dos animais.

SUMÁRIO

1. Resumo.....	8
2. Abstract.....	9
3. Introdução.....	10
4. Materiais e Métodos.....	11
5. Resultados.....	12
6. Discussão.....	15
7. Conclusão.....	18
8. Referências Bibliográficas.....	18

Resumo

LOPES, P.R. Parâmetros ultrassonográficos – a idade e o exercício podem promover modificações morfométricas e estruturais nos tendões flexores digitais superficial e profundo de equinos da raça Quarto de Milha? Sonographic measurements- Can age and exercise promote morphometric and structural changes on superficial and deep digital flexor tendons from breed Quarto-de-Milha equines? 2013. 20p. Monografia do curso de Medicina Veterinária - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Durante anos, o foco dos estudos do aparelho locomotor dos cavalos foi compreender e buscar tratamentos para as afecções. Atualmente a pesquisa equina tem interesse na possível adaptação dos tendões ao exercício e suas mudanças morfológicas e estruturais com a idade. Os tendões digitais dos cavalos variam quanto à sua função e composição e ao desempenharem diferentes funções, flexores e extensores, reagem de maneiras diferentes à idade e ao exercício. Um grupo de dez animais da raça Quarto-de-Milha foi dividido em dois grupos, atletas e potros, para comparar as diferenças nos parâmetros ultrassonográficos que pudessem demonstrar adaptação ao exercício em diferentes faixas etárias. Foram avaliados o comprimento da região palmar metacárpica, diâmetros transversais e longitudinais, área transversal (AT), paralelismo e ecogenicidade dos tendões flexores superficial (TFDS) e profundo (TFDP). O comprimento da região palmar metacárpica foi maior nos potros. Nas imagens transversais, os diâmetros longitudinais do TFDS e TFDP dos atletas mostraram-se superiores enquanto que os diâmetros transversais do TFDP foram maiores nos atletas e no TFDS maiores nos potros, havendo diferença significativa. A AT do TFDS dos potros foi maior, porém a AT do TFDP foi maior nos atletas ($P=0,0004$). Paralelismo e ecogenicidade mostraram-se semelhantes entre os grupos. A idade é um fator crítico para a ocorrência da modificação morfológica e estrutural dos tendões. A similaridade dos parâmetros ultrassonográficos entre atletas e potros foi predominante refletindo a ausência dos efeitos da idade ou exercício no desenvolvimento estrutural dos tendões dos equinos avaliados.

1. Tendões flexores. 2. Ultrasom. 3. Exercício. 4. Potros e atletas.

Abstract

LOPES, P.R. Sonographic measurements- Can age and exercise promote morphometric and structural changes on superficial and deep digital flexor tendons from breed Quarto-de-Milha equines? Parâmetros ultrassonográficos – a idade e o exercício podem promover modificações morfológicas e estruturais nos tendões flexores digitais superficial e profundo de equinos da raça Quarto de Milha? 2013. 20p. Monografia do curso de Medicina Veterinária - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

For years, the aim of the locomotor's system of horses studies was to understand and search for the treatments of injuries. Nowadays, the equine research has the interest on the possible adaptation of tendons to exercise and its morphological and structural changes due to age. The horse's digital tendons vary in function and composition when acting on different functions, flexors and extensors per se, react in different ways according to age and exercise. A group of ten horses of Quarto-de-Milha breed was divided in two groups, athletes and foals, to compare the differences on sonographic measurements and if they could show an adaptation to exercise in different ages. The length of metacarpal, longitudinal and transverse diameters, the cross-section area (CSA), fibers alignment and echogenicity of superficial digital flexor tendon (SDFT) and of the deep digital flexor tendon (DDFT) were evaluated. The length of metacarpal was higher in foals. On the transverse images, the SDFT and DDFT longitudinal diameters of athletes were higher while the transverse diameters of DDFT were higher on athletes and of SDFT were higher on foals, showing difference. The CSA of the SDFT of foals was higher but the CSA of DDFT was higher on the athletes group ($P=0,0004$). Fibers alignment and echogenicity showed similar patterns among groups. Age is a critical factor for the occurrence of morphological and structural changes of the tendons. The similarity of sonographic parameters between athletes and foals was predominantly reflecting the absence of the effects of age and exercise on the structural development of the tendons of horses evaluated.

1. Flexor's tendons. 2. Ultrasound. 3. Exercise. 4. Athletes and foals.

Introdução

Durante anos, as pesquisas do aparelho locomotor dos equinos procuraram elucidar o tratamento e ainda compreender os mecanismos envolvidos nas afecções, dentre elas as tendinopatias. Tornou-se relevante o interesse nas modificações da estrutura do tendão durante o crescimento e também entender como se dá o arranjo adaptativo e estrutural, que confere melhor resistência às demandas dos exercícios. Apesar da natureza do estímulo para adaptação funcional muscular e óssea ser bastante entendida, pouco se sabe a respeito da relação entre a demanda funcional e a resposta dos tendões (Birch et al. 1999).

O tendão é composto, predominantemente, por água (2/3) responsável pela elasticidade do tecido. O terço restante da composição é formado por colágeno tipo I (80%) e por proteínas sem colágeno (20%). Durante o crescimento, o componente sem colágeno mais observado foi a proteína cartilagem oligomérica da matriz (COMP) (Smith et al. 1997). A COMP atuou como uma proteína organizacional dentro dos tendões atuando na sua formação e crescimento através da ligação de novos colágenos. Esta que apresentou níveis baixos ao nascimento, aumentando ao longo do crescimento e alcançando seu pico aos dois anos de idade, junto com a maturidade do esqueleto no cavalo, quando há poucas mudanças nas propriedades estruturais do tendão, logo depois seu nível diminui gradualmente dentro dos tendões flexores (Smith et al. 2008). Esse processo foi acompanhado por um aumento no número de fibras de menor diâmetro nos animais adultos apresentando uma distribuição bifásica dos colágenos. Smith et al. (2008) observaram que o exercício modifica o padrão unimodal apresentado por fetos e recém-nascidos aumentando o número de fibras menores de colágeno devido à ruptura de fibras maiores de colágeno já que seu número é inalterado (Kasashima et al. 2002).

Diferentes tendões apresentaram diferentes respostas quando submetidos a diferentes programas de treinamento. O músculo inter-ósseo III e IV (tendão extensor digital comum, TEDC) desempenha uma tradicional função posicional e exige características de rigidez estrutural para desempenhar sua demanda funcional (Batson et al. 2003, Smith et al. 2008). Os tendões flexores, por sua vez, atuam limitando a hiperextensão da articulação metacarpofalangeana, atuam como “molas” para amortecer impactos e armazenar a energia elástica necessária para redução do custo energético do movimento (Batson et al. 2003). A diferença entre os tendões extensores e flexores não se limitou à função. O TFDS alcançou sua forma estrutural final aos dois anos de idade enquanto que o TFDP e o TEDC continuaram crescendo ao longo dos anos. Birch et al. (1999) apontaram que apenas os extensores geraram uma hipertrofia sob exercício, como adaptação funcional.

Birch et al. (1999), afirmaram que a hipertrofia não ocorre nas dimensões do TFDS nem na AT. Kasashima et al. (2002), complementaram ao observar que tal hipertrofia aumentaria a rigidez do tendão dificultando-o a realizar suas funções. Entretanto, Gillis et al. (1993), observaram mudanças ultrassonográficas na AT do TFDS em cavalos sob treinamento mas não souberam explicar o fato que alguns animais apresentaram sintomatologia clínica de tendinite o que levou à hipótese que essa variação ultrassonográfica refletiu uma lesão ao invés de adaptação (Kasashima et al. 2002).

Motivados pela busca de dados pertinentes que pudessem subsidiar de maneira precisa as modificações ocorridas nos tendões, em especial nas imagens ultrassonográficas, com a idade e exercício em equinos Quarto-de-Milha. O acompanhamento ultrassonográfico comparativo dos tendões entre atletas, em treinamento, e potros da raça teve por objetivo identificar alterações nos parâmetros ultrassonográficos a partir dos diâmetros longitudinais e transversais, da AT, do alinhamento das fibras de colágeno e da ecogenicidade dos tendões que indicassem respostas adaptativas ao exercício e os efeitos da idade.

Materiais e Métodos

Animais

Para o estudo ultrassonográfico dos tendões dos músculos flexores digitais superficial (TFDS) e profundo (TFDP), dez animais da raça Quarto- de- Milha foram selecionados e divididos em dois grupos, Atletas (n=5) e Potros (n=5). Os animais atletas tinham cinco anos de idade e eram submetidos a treinamentos diários intensos há pelo menos um ano e participavam de competições da prova do tambor pelo menos uma vez ao mês. Os potros tinham dois anos de idade, não eram domados, eram mantidos em estábulos e soltos diariamente em piquetes. Todos os animais tinham acompanhamento regular do Médico Veterinário e não apresentavam aos exames clínicos e ultrassonográficos qualquer evidência de tendinopatias nos TFDS e TFDP.

Medidas externas

Com o auxílio de uma trena e com a finalidade de determinar três alturas (superior, média e inferior) para avaliação ultrassonográfica, foram realizadas medições do comprimento total da face palmar metacarpiana dos membros torácicos, a partir da base distal do osso acessório até o nível da articulação metacarpofalangeana proximal. De acordo com Pasin et al. (2000), a mensuração do comprimento metacarpiano proporciona uma demarcação mais adequada respeitando as variações nos comprimentos metacarpianos de cada animal, quando comparada com a demarcação em zonas proposta por Genovese et al. (1986).

Exame ultrassonográfico

Para realização destes exames, cada animal teve um dos membros torácicos escolhidos aleatoriamente, visando assim o estabelecimento de amostras homogêneas (Kasashima et al. 2002 , Moffat et al. 2008). Foi realizada tricotomia da região palmar metacarpiana e assim com determinadas as regiões a serem examinadas buscando o estabelecimento de amostras isométricas das diferentes dimensões dos tendões ao longo da face palmar do metacarpo. A avaliação ultrassonográfica foi realizada com um aparelho de ultra-som veterinário Mindray® modelo M5 com transdutor mecânico linear de 7,5 MHz em tempo real acoplado ao stand-off e seguido de aplicação do gel . Os potros foram sedados usando Cloridrato de Detomidina (0,01mg/kg, i.v.) e posterior ao procedimento receberam Ioimbina (0,075mg/kg,i.v.). A superfície metacarpiana foi examinada como um todo e nas regiões pré-determinadas obteve-se imagens transversais e longitudinais conforme o movimento do transdutor.

Diâmetro

A partir do programa de análise de imagens Image J®, o diâmetro de cada tendão foi avaliado. Consideramos como eixo “x” o diâmetro longitudinal (horizontal) e eixo “y” o diâmetro transversal (vertical) dos tendões. Com o uso de uma ferramenta linear do programa foi desenhada uma linha reta entre os extremos contralaterais das imagens transversais, de cada tendão, e calculados os comprimentos em centímetros. Todos os comprimentos obtidos foram utilizados para comparações entre os tendões TFDS e TFDP de cada grupo e entre os grupos, conforme ilustrado no gráfico da figura 2 e na tabela 1.

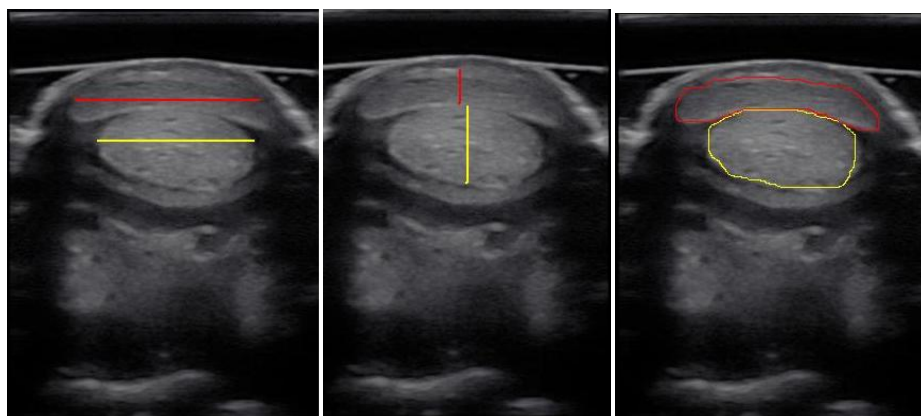


Fig. 1- Imagens transversais ilustrando o delineamento dos diâmetros longitudinais, diâmetros transversais e das áreas dos tendões digitais superficial e profundo representados pela primeira, segunda e terceira imagens respectivamente.

Área transversal

Através do mesmo programa de análise de imagens as medidas das áreas transversais foram obtidas. As AT do TFDS e TFDP foram mensuradas, em centímetros quadrados, a partir do contorno da borda de cada tendão realizado com uma ferramenta do programa. Todas as AT obtidas de cada membro foram utilizadas para análises subsequentes para comparação entre os grupos como demonstrado nos gráficos da figura 2.

Avaliação do paralelismo e ecogenicidade

Nas imagens longitudinais, foi determinado o paralelismo de acordo com a escala de 0 a III conforme descrito por Alves et al. (2001): 0 = ausência, I = discreto, II = moderado, III = paralelismo total, de cada um dos grupos (ver tabela 2). Por sua vez, nas imagens transversais foram observadas as ecogenicidades dos TFDS e TFDP e avaliadas segundo a graduação de 0 a IV determinada por Genovese et al. (1986): 0 = isoecóico, I= redução em 25% (predominantemente isoecóico), II = redução em 50%, III = redução em 75% e IV = anecóico, para cada grupo (ver tabela 3).

Análises estatísticas

Os parâmetros foram analisados com o software GraphPad Prism 6® usando estatística descritiva, teste de normalidade Kolmogorov-Sminorv e comparados através da aplicação dos

testes “t” (comprimento da face palmar metacárpica, diâmetros longitudinais e transversais, áreas transversais dos tendões flexores digitais superficial e profundo) pareado e Wilcoxon (comprimento da face palmar metacárpica, diâmetros longitudinais e transversais, áreas transversais dos tendões flexores digitais superficial e profundo) e correlação de Pearson (entre o comprimento do metacarpo e as dimensões e áreas dos tendões de cada grupo) considerando estatisticamente significativo $P < 0,05$.

Resultados

Para o delineamento dos resultados, os valores obtidos foram estruturados em tabelas e gráficos a partir da análise descritiva do comprimento da face palmar metacárpica, medidas de diâmetro longitudinal e transversal do TFDS e TFDP, área transversal do TFDS e TFDP, paralelismo e ecogenicidade a partir da apresentação das médias e erros padrões das médias. Os dados relacionados às dimensões dos diâmetros longitudinais e transversais obtidas para os tendões TFDS e TFDP foram expressos na figura 2 e tabela 1, já as áreas foram representadas na figura 3, o paralelismo, a ecogenicidade e o resultado da aplicação do teste de correlação de Pearson foram dispostos nas tabelas 2,3 e 4 respectivamente.

Medidas externas

O comprimento total da face palmar metacárpica foi em média ($28,4\text{cm} \pm 0,60$) nos atletas e ($28,8\text{cm} \pm 0,20$) nos potros.

Diâmetro

A partir das imagens transversais, na determinação do diâmetro longitudinal do TFDS os atletas apresentaram valores 3,2% superiores aos potros ($P=0,94$). Em contrapartida, o valor no diâmetro transversal dos atletas foi 16% inferior aos potros ($P=0,039$). Em relação ao TFDP, os atletas apresentaram valores 1,9% ($P=0,82$) superiores aos potros no diâmetro longitudinal e no transversal, valores 2,9% ($P=0,85$) superiores aos potros. Conforme figura 2 e tabela 1.

Área Transversal

De acordo com a figura 3, a AT do TFDS, dos atletas ($0,78\text{cm}^2 \pm 0,03$) apresentou-se menor do que a AT dos potros ($0,81\text{cm}^2 \pm 0,03$) ($P=0,167$). A AT do TFDP foi maior nos animais atletas ($1,16\text{cm}^2 \pm 0,04$) em relação aos potros ($0,95\text{cm}^2 \pm 0,05$), ($P=0,0004$).

Tabela 1- Valores representativos da média e erro padrão da média, em centímetros, dos diâmetros longitudinais (eixo x) e transversais (eixo y) dos tendões flexores digitais superficial (TFDS) e profundo (TFDP) entre atletas e potros da raça Quarto-de-Milha. Valores sobrescritos de * apresentam diferença estatística ($P < 0,05$).

Diâmetros (cm)	TFDS eixo x	TFDS eixo y	TFDP eixo x	TFDP eixo y
ATLETAS	(1,25 \pm 0,05)	(0,41 \pm 0,02)	(1,07 \pm 0,03)	(0,69 \pm 0,02)
POTROS	(1,21 \pm 0,004)	(0,49 \pm 0,003)*	(1,05 \pm 0,04)	(0,67 \pm 0,027)

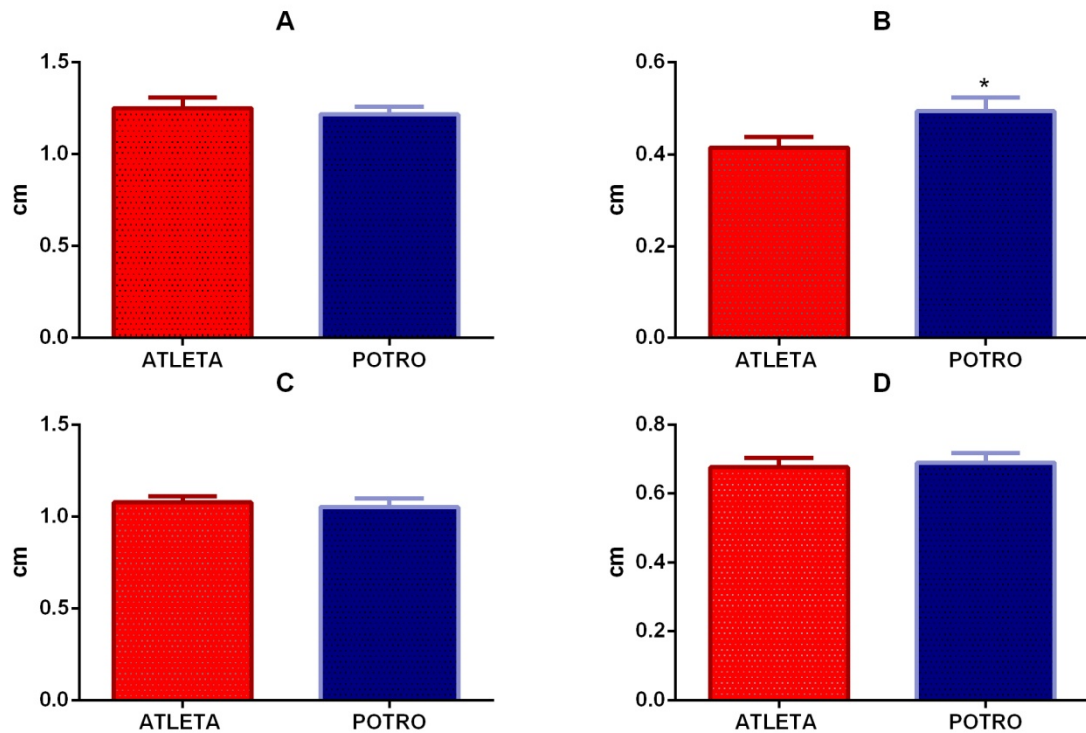


Fig.2. Gráfico representativo da média e erro padrão da média, em centímetros, obtidos nas comparações entre atletas e potros - A (diâmetros longitudinais do tendão flexor digital superficial); B (diâmetros transversais do flexor digital superficial); C (diâmetros longitudinais do tendão flexor digital profundo) e D (diâmetros transversais do tendão flexor digital profundo). Valores seguidos de * entre as colunas representam diferença estatística ($P < 0,05$).

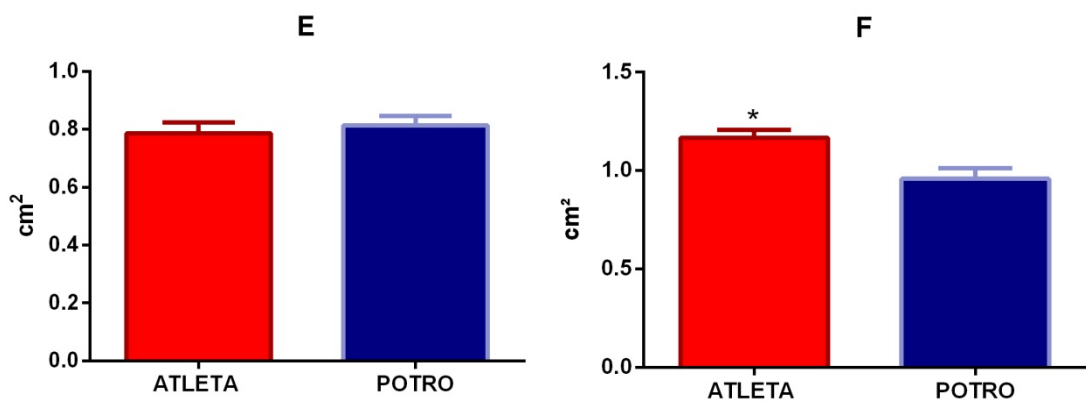


Fig.3. Gráfico representativo da média e erro padrão da média, em centímetros quadrados, dos valores obtidos nas comparações entre atletas e potros - E (área do tendão flexor digital superficial) e F (área do tendão flexor digital profundo). Valores seguidos de * entre as colunas representam diferença estatística ($P < 0,05$).

Paralelismo e ecogenicidade

Conforme a tabela 2, o paralelismo das fibras de colágeno nos atletas foi predominantemente discreto enquanto que nos potros foi moderado.

Tabela 2 – Valores relativos (%) representativos do paralelismo do tendão flexor digital superficial (TFDS) e tendão flexor digital profundo (TFPD) dos atletas e potros. Padrão: 0 = ausência de paralelismo, I = discreto, II = moderado, III = paralelismo total. Os números fazem referência à quantidade de imagens avaliadas.

PADRÃO	POTROS (n=47)	ATLETAS (n=28)
0	-	-
I	23,05%	53,57%
II	53,2%	46,43%
III	23,4%	-

De acordo com a tabela 3, o TFDS dos atletas e potros e o TFDP dos potros mostraram-se predominantemente isoecóico, apenas o TFDP dos atletas mostrou-se isoecóico.

Tabela 3 – Valores relativos (%) representativos da ecogenicidade do tendão flexor digital superficial (TFDS) e tendão flexor digital profundo (TFPD) dos atletas e potros. Padrão: 0 = isoecóico, I= redução em 25% (predominantemente isoecóico), II = redução em 50%, III = redução em 75% e IV = anecóico. Os números fazem referência à quantidade de imagens avaliadas.

PADRÃO	POTROS (n=38)		ATLETAS (n=25)	
	TFDS	TFDP	TFDS	TFDP
0	5,26%	21,05%	20%	64%
I	65,78%	47,36%	48%	36%
II	28,94%	31,57%	32%	-
III	-	-	-	-
IV	-	-	-	-

Teste de correlação do coeficiente de Pearson

Conforme a tabela 4, os dados não expressaram um achado ou tendência plena entre as diferentes variáveis, isto em relação aos animais avaliados.

Tabela 4- Teste de correlação do coeficiente de Pearson (r) entre o comprimento do metacarpo com os diâmetros longitudinais (eixo x) e transversais (eixo y) dos tendões flexores digitais superficial (TFDS) e profundo (TFDP) dos atletas e potros e com as áreas dos tendões flexores digitais superficial (área do TFDS) e profundo (área do TFDP) de cada grupo.

		COMPRIMENTO DO METACARPO			COMPRIMENTO DO METACARPO
ATLETAS	TFDS eixo x	0,338	POTROS	TFDS eixo x	0,501
	TFDS eixo y	-0,438		TFDS eixo y	-0,659
	TFDP eixo x	0,294		TFDP eixo x	-0,179
	TFDP eixo y	0,051		TFDP eixo y	-0,386
	Área do TFDP	0,141		Área do TFDS	-0,168
	Área do TFDP	0,053		Área do TFDP	-0,115

Discussão

Baseado nos resultados das medidas externas e ultrassonográficas de atletas e potros, a semelhança entre os grupos foi predominante. Apenas a AT do TFDP e o diâmetro transversal do TFDS apresentaram diferença estatística ($P=0,0004$ e $P=0,04$ respectivamente) entre os grupos. Em acordo com Kasashima et al. (2007) que também observaram similaridades, enfatizando a ocorrência destas frente as análises moleculares e na composição da matriz entre os grupos sob exercício e grupo controle.

Os animais do presente estudo apresentavam idade superior ou igual à determinada para a ocorrência da maturidade esquelética (dois anos) e se encontravam soltos a pasto. De outra forma, os atletas eram treinados diariamente e ainda recebiam suplementação por meio de ração comercial e feno. Estas condições se caracterizaram como limitantes à hipótese de hipertrofia adaptativa, uma vez que, alcançada a maturidade esquelética, poucas mudanças ocorrem nos tendões. Kasashima et al. (2007) sugeriram que o estímulo máximo suficiente já foi alcançado para gerar uma adaptação completa, ao pasto, e a adição do exercício dos treinos possivelmente não foi capaz de induzir qualquer adaptação adicional. Levando a crer que a tendência dos arranjos e dimensões dos tendões se apresentarem de forma semelhante foi definida pelas condições de estímulo as quais os atletas e potros foram sujeitos. Assim, as medidas ultrassonográficas, os diâmetros dos tendões, a AT, o paralelismo e a ecogenicidade encontrados nos cavalos adultos e jovens não foram capazes de sinalizar especificamente a ocorrência de mudanças impostas e decorrentes do exercício, bem como, definido pelo crescimento dos tendões avaliados nos diferentes grupos.

Por meio dos resultados obtidos foi possível extrapolar que a proximidade dos valores para o comprimento da face palmar do metacarpo ($P>0,99$) permitiu inferir que isto foi reflexo da maturidade esquelética apresentada por ambos os grupos, assim como da influência genética. Estes dados foram ao encontro com os relatos de Goodship & Smith (2008) que afirmaram que a forma e o tamanho dos ossos são determinados pela genética e fatores funcionais.

Os valores dos diâmetros longitudinais e transversais dos dois grupos estiveram coincidentes com os arranjos morfológicos próprios de cada um dos tendões, fato que coincidiu com os informes de Cuesta et al. (1995). Uma vez que o TFDS tem como aspecto um formato ovalado, os diâmetros longitudinais do TFDS apresentaram-se maiores que os do TFDP. Enquanto que o TFDP mostrou-se mais arredondado, os diâmetros transversais foram sempre maiores em relação ao TFDS em ambos os grupos.

Foi possível observar que os valores encontrados para o TFDS apresentaram-se em parcial acordo com os resultados de Genovese et al. (1986) e Denoix et al. (1991). Ao instante que estes valores eram superiores a 0,9cm em relação ao seu diâmetro longitudinal. Porém os valores do diâmetro transversal de atletas e potros foram menores que 0,7cm apresentados por Genovese et al. (1986) e Denoix et al. (1991) conforme tabela 1 e gráficos da figura 2. Os valores do diâmetro longitudinal do TFDP dos atletas e potros estavam de acordo com Genovese et al. (1986), ou seja, acima de 0,9cm. Porém os valores nos dois grupos, do diâmetro transversal foi inferior aos apresentados por Denoix et al. (1991) e por Genovese et al. (1986), 1 cm e 0,7cm respectivamente, conforme tabela 1 e gráfico da figura 2.

As divergências apresentadas entre os resultados deste trabalho e dos anteriores citados podem ser justificadas devido aos diferentes padrões raciais estudados. Foi encontrada diferença significativa ($P=0,04$) em relação ao diâmetro transversal do TFDS entre os dois grupos. Fato que esteve de acordo com Agut et al. (2009) quando observaram que aos dois anos de idade os cavalos apresentaram sua maior AT. Coincidindo assim com a tabela 1, quando o valor do diâmetro transversal dos potros foi superior ao dos atletas e da mesma forma como observado para a AT do TFDS, gráficos da figura 3. Portanto, como as dimensões longitudinais e transversais sinalizaram estar diretamente relacionadas com a AT, foi possível entender como o diâmetro transversal pode apresentar-se ser maior nos potros, assim como, a AT do TFDS obtida.

O aumento da AT observado no TFDP dos atletas ($P=0,0004$) sugeriu diferentes hipóteses, dentre estas a ocorrência de degenerações subclínicas que causam o aumento do volume do tendão (Crevier et al. 1996). Sobre tudo este efeito o qual não foi condizente com o padrão ecogênico dos atletas, portanto não podendo ser confirmado, pois nestes animais este tendão apresentou como padrão um arranjo isoecóico (padrão 0), isto é, ecogenicidade não compatível com degeneração ou afecção. Outra possibilidade para a determinação da área encontrada seria tomar como referência a afirmação de Agut et al. (2009) que tomou como base o peso do animal (índice de massa corporal) como fator determinante para uma maior AT. Sobre tudo no presente estudo este fator não teve como ser comprovado, visto que não foram determinados os pesos dos animais. De outra forma foi possível entender ainda que o peso dos animais também afetaria as dimensões do TFDS, fato não observado.

O formato ondular das fibras colágenas permitiu o alongamento do tendão em resposta ao estímulo da locomoção, quanto maior a tensão do esforço, maiores são as alterações estruturais e a perda do formato ondular podendo um estímulo máximo levar à ruptura da estrutura colágena. Apesar da adição do treinamento imposta não ter gerado indício de hipertrofia adaptativa, as imagens longitudinais dos animais atletas mostraram o estabelecimento de um padrão “moderado” a “discreto” do paralelismo das fibras dos tendões. Padrão este decorrente da tensão exercida no tendão imposta pelo exercício, que de certa forma acelerou a reestruturação e com isso a perda do formato ondular levando a uma nova distribuição das fibras centrais e periféricas do tendão, gerando uma imagem heterogênea, advinda da região central do tendão, que certamente foi desproporcionalmente afetada (Patterson-Kane et al. 1997). Esta perda do formato ondular foi determinada pela redução do comprimento e ângulo das fibras colágenas que ocorreram ao longo da idade (Smith et al.

2008). Fato que justificou a disposição longitudinal linear das fibras de colágeno de potros e atletas, pois foi observada a ausência do padrão III (paralelismo total) nos atletas além do valor predominante das imagens deste grupo com padrão I (paralelismo discreto), conforme tabela 2.

O TFDS e TFDP de atletas e potros tiveram como característica um padrão ecogênico semelhante entre si, de acordo com Roxona et al. (2005). Apesar do TFDP ter apresentado imagens mais ecogênicas nos atletas, como também observado por Gillis et al. (1993) ao observarem que o TFDS apresentou-se menos ecogênico. A diferença de ecogenicidade entre os tendões pode refletir uma diferença histológica e também uma orientação distinta das fibras de colágeno em relação à probe do ultrassom. Sobretudo diante da metodologia e delineamento adotados, os resultados deste trabalho não foram capazes de mostrar reflexos da idade ou exercício na ecogenicidade. Ao contrário de Cuesta et al. (1995) que notaram diminuição desta nos animais sob exercício e de Agut et al. (2009) que observaram melhor padrão ecogênico nos animais jovens. Tais observações podem ser consequências das mudanças na composição da matriz extracelular do tendão, diferente organização das fibras de colágeno, aumento do colágeno tipo III e segundo Crevier-Denoix et al. (2005) a diminuição dos diâmetros das fibras de colágeno pode ser responsável pela diminuição da ecogenicidade visualizada nos tendões de animais mais velhos.

A correlação entre o comprimento do metacarpo e os diâmetros longitudinais e transversais do TFDS e TFDP e as áreas do TFDS e TFDP mostrou-se fraca para potros e atletas, negativa para os potros e positiva para os atletas. Em Agut et al. (2009) foi observado uma relação direta entre a AT e os parâmetros físicos dos cavalos como peso, altura e circunferências do metacarpo. Sendo assim, foi possível entender que para uma maior confiabilidade dos dados, principalmente para aplicação de testes de correlação, seria necessária uma coleta de dados mais ampla. Sobretudo não deve ser desconsiderada a padronização dos animais utilizados no experimento, visto que o emprego de animais de raça pura, com um padrão genético pré-determinado e ainda critérios de treinamento atléticos em comum podem ser limitantes para a extrapolação de dados frente a outros trabalhos.

Visando a confirmação destas hipóteses, para tanto, dados de simples obtenção como altura e peso dos animais seriam necessários e de grande validade para melhor compreensão dos resultados do trabalho.

Conclusão

Diante da metodologia empregada foi possível observar similaridades entre os tendões de atletas e potros da raça Quarto-de-Milha uma vez que os dois grupos em estudo apresentavam idade igual ou superior à maturidade esquelética e a idade foi considerada fator crítico na possível modificação do arranjo funcional dos tendões dos equinos. Sendo assim, os parâmetros ultrassonográficos encontrados não foram plenamente elucidativos ao esclarecer se a idade ou o exercício foi capaz de promover modificações nos tendões avaliados.

Referências Bibliográficas

- ALVES, A.L.G., et al. **Influência do fumarato de betaaminoprprionitrila associada ao exercício na cicatrização tendínea equina. Avaliação clínica e ultrassonográfica.** Revista Educ. Contin. 2001. CRMV-SP 4(1): 19-27.
- AGUT, A., et al. **Ultrasonographic characteristics (cross-sectional area and relative echogenicity) of the digital flexor tendons and ligaments of the metacarpal region in Purebred Spanish horses.** *The Veterinary Journal*, **180**, 2009. 377-383.
- BATSON, E.L., et al. **Are the material properties and matrix composition of equine flexor and extensor tendons determined by their functions?** *Equine veterinary Journal*. *Equine vet. J.* **35** (3), 2003. 314-318.
- BIRCH, H.L., et al. **Treadmil exercise-induced tendon hypertrophy: assessment of tendons with different mechanical functions.** *Equine vet J., Suppl.* **30**, 1999. 222-226.
- CLEGG, P.D.. **Musculoskeletal disease and injury, now and in the future. Part 2: Tendon and ligament injuries.** Review article: HBLB's advances in equine veterinary science and practice. 2012.
- CREVIER, N., et al. **Segmental variations of in vitro mechanical properties in equine superficial digital tendon.** *American Journal of Veterinary Research*, **57**, n.8, 1996. p.1111-1117.
- CREVIER-DENOIX, N., et al. **Correlations between mean echogenicity and material properties of normal and disease equine superficial digital flexor tendons: an in vitro segmental approach.** *Journal of Biomechanics* **38**, 2005.2212-2220.
- CUESTA, I., et al. **Ultrasonographic measurement of palmar metacarpal tendon and ligament structures in the horse.** *Veterinary Radiology & Ultrasound*, **36**, No. 2, 1995. p 131-136.
- DENOIX, J.M.. **Bases techniques de l'échographie. Echographie des tendons chez le cheval.** I Jornadas de Medicina Equina. Madrid. 1991.
- GENOVESE, R. L., et al. **Diagnostic ultrasonography of equine limbs.** *Veterinary Clinics of North America Equine Practice*, **2**, 1986. p. 145-226.
- GILLIS, C.L., et al. **Ultrasonographically detected changes in equine superficial digital flexor tendons during the first months of race training.** *Am. J. vet. Res.* **54**, 1993.1797-1802.
- GOODSHIP, A.E.; SMITH, R.K.W. **Skeletal physiology: responses to exercise and training.** In: KENNETH W.HINCHCLIFF, RAYMOND J. GEOR, ANDRIS J. KANEPS. *Equine Exercise Pshysiology. The Science of exercise in the Athletic Horse.* Primeira edição. Filadélfia-EUA: Saunders Elsevier, 2008. p81-105.
- KASASHIMA, Y., et al. **Exercise-induced tendon hypertrophy: cross-sectional area changes during growth are influenced by exercise.** 2002.

KASASHIMA, Y., et al. **Can exercise modulate the maturation of functionally different immature tendons in the horse?** *J Appl Physiol* 104:416-422. Primeira publicação. 13 de dezembro de 2007.

MOFFAT, P.A., et al. **The influence of exercise during growth on ultrasonographic parameters of the superficial digital flexor tendon on young Thoroughbred horses.** 2008.

PASIN M., et al. **Caracterização ultrassonográfica dos tendões flexores em equinos: região metacarpiana.** 2000.

PATTERSON-KANE, J.C., et al. **Comparison of collagen fibril populations in the superficial digital flexor tendons of exercised and nonexercised Thoroughbreds.** *Equine vet.J.* **29**, 1997.121-125.

ROXONA, C.G., et al. **Relevância da ultra-sonografia dos tendões flexores em cavalos Puro Sangue de corrida na adaptação ao treinamento.** 2005.

SMITH, R.K.W., et al. **The distribution of Cartilage oligomeric matrix protein (COMP) in tendon and its variation with tendon site, age and load.** 1997.

SMITH, R.K.W.;GOODSHIP, A.E.. **Tendon and ligament physiology: responses to exercise and training.** In: KENNETH W.HINCHCLIFF, RAYMOND J. GEOR, ANDRIS J. KANEPS. *Equine Exercise Pshysiology*. The Science of exercise in the Athletic Horse. Primeira edição. Filadélfia-EUA: Saunders Elsevier, 2008. p106-129.